

# コンクリート舗装版の力学的解析とその実験力学的 検証

著者	福田 正
号	295
発行年	1976
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/11244">http://hdl.handle.net/10097/11244</a>

氏 名	ふく だ ただし 福 田 正
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	昭和 5 1 年 6 月 2 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭和 3 4 年 3 月 東北大学工学部土木工学科卒業
学 位 論 文 題 目	コンクリート舗装版の力学的解析とその実験力学的 検 証
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 多谷 虎男    東北大学教授 後藤 幸正 東北大学教授 佐武 正雄    東北大学教授 尾坂 芳夫

## 論 文 内 容 要 旨

本論文は著者が実際の応用を目的として、道路のコンクリート舗装版（以下コンクリート版という）の力学的解析ならびに実験力学的検証を行った基礎的研究を内容とし、全文八章より構成するものである。即ち近年交通の増加にともない、コンクリート舗装構造を強化する施策が行われるようになってきたが、これらの施策は主に経験を根拠としたものが多く、基礎的な検討に欠け合理的でない場合が多い。本論文はコンクリート舗装に輪荷重が載荷されたり、あるいは温度変化を受けた場合のコンクリート版の力学的挙動に関して理論的解析を行い、さらに光弾性実験および現場実験、調査などにより、これらの解析結果の検証あるいは補完を行い、コンクリート版の力学的、物理的挙動について究明したものである。研究結果の要約を述べれば次の通りである。

## 第一章

本章においては本研究の目的を述べ、さらに現行のコンクリート舗装の構造設計法の説明ならびにその問題点の指摘、コンクリート舗装に関する従来の研究の紹介を行った。

## 第二章

コンクリート舗装に輪荷重が載荷した場合の力学的機構は、従来Westergaard によってコンクリート版を平板（薄板）に、路盤および路床を鉛直反力のみの作用する 1 次元弾性床に仮定した構造モデルによって表わされてきた。しかしながら近年は路盤にセメント安定処理碎石のように、3 次元的に連係のある弾性的性質を有する材料を用いる場合が多くなっており、このような路盤においては、路盤の 3 次元的弾性体としての効果は無視できない。従って本章では先ずコンクリート舗装を次の 3 種類の構造モデルによって表わして、特に路盤の力学的機能がコンクリート版に生じる曲げ応力に及ぼす影響を検討した。

構造モデル A：Westergaard がコンクリート舗装について仮定した構造モデルと同じように、コンクリート版を平板（薄板）に、路盤、路床を鉛直方向にのみ 1 次元的反力を有する弾性床に仮定する。

構造モデル B：コンクリート版、路盤、路床をその異種の材料間に接合された境界面を有する 3 次元弾性体に仮定する。

構造モデル C：コンクリート版と路盤がその境界面で接合された平板（複合平板）に、路床を鉛直方向にのみ 1 次元的反力を有する弾性床に仮定する。

これらの構造モデルを用いてコンクリート舗装に輪荷重が載荷された場合のコンクリート版の応力解析を行い、さらに実際の道路に試験的に数種類のコンクリート舗装を施工して輪荷重による載荷実験を行った結果から次のことがわかった。

(1) 路盤材料のヤング係数を大きくした場合のコンクリート版に生じる曲げ応力の減少は、構造モデル A による場合には僅かであり、構造モデル B、構造モデル C による場合には顕著である。

(2) コンクリート版と路盤との境界面におけるせん断応力を構造モデル B によって計算すると、従来のWestergaard による構造モデル A による計算の場合よりも、より大きな応力を伝達でき、かつ接合面せん断強度よりも小さく接合面は安定であることが判明した。

(3) セメント安定処理碎石路盤を用いたコンクリート舗装の載荷実験によるコンクリート版の曲げ応力は、構造モデル B あるいは構造モデル C による場合の理論値に一致した。

以上の研究によりセメント安定処理碎石などヤング係数の大きい路盤を用いたコンクリート舗装においては、従来のWestergaard 式によってコンクリート版の曲げ応力を計算してその厚さ

を設計することは適当でなく、構造モデルBあるいは構造モデルCによって設計することが合理的であることがわかった。

### 第三章

第二章の結論を導くにあたって、その理論解析に用いた自動車の輪荷重の接地面は円形で等圧力分布をしていると仮定した。しかしながら実際の複輪の輪荷重の接地面は楕円形を2個並べた形状でその圧力分布も一様でない。このようなことから任意の形状の接地面の輪荷重によるコンクリート版の応力解析を行った。すなわち同一の面積、同一の荷重の条件において輪荷重の接地面を円形、楕円形、楕円形複輪などの形状で、圧力分布を等分布、楕円体面圧力分布などにして数値計算をした結果によれば、通常のコンクリート舗装構造においてはその応力状態は円形面で等圧力分布の輪荷重の場合と比較して若干の相違の生じることがわかったが、実用設計上はその差は小さく影響のほとんどないことがわかった。またこのような第二章に述べた円形面、等圧力分布の輪荷重の仮定で導かれたコンクリート舗装の荷重分散機構に関する結論は輪荷重の接地面を厳密に考慮した場合においても正しいことを示した。

### 第四章

コンクリート舗装の荷重分散機構に関して2次元光弾性実験、3次元光弾性実験によって研究を行った。2次元光弾性実験においてはコンクリート舗装構造に関しての2次元実験モデルに荷重を載荷し、光弾性実験装置およびMach-Zehnder 干渉計装置を用いて主応力の解析を行い、コンクリート舗装の荷重分散機構に関しての理論解析において仮定した3種類の構造モデルの適否について検討を行った。さらに3次元光弾性実験において、コンクリート舗装構造に関しての3次元実験モデルに数種類の接地面形状の荷重を載荷して実験を行い、実験モデルに生じる等色線縞次数の解析によって理論解の検討を行った。その結果によれば特に実験モデルの下層材料のヤング係数が大きくなるにしたがい、その3次元弾性体としての効果を無視できなくなること、載荷重の接地面の形状によって応力分布に影響を受けるが、実用設計において問題になる第1層下面の応力についてはほとんど影響を与えないことがわかり、これら一連の光弾性実験によって既に述べた第二章、第三章の結論を検証することができた。

### 第五章

実際のコンクリート舗装のコンクリート版は長方形の形状をしており、その載荷位置によって応力状態に変化の生じることから、Moire'法による実験によってコンクリート舗装に関しての実験モデルを作成し、その平板の応力分布について研究を行った。その結果によればコンクリート

版の応力はコンクリート版の平面的な形状の影響を受け、輪荷重がその隅角部に、次いで縁部に  
載荷した場合に、中央部に載荷した場合よりも大きな応力が発生することが示された。しかし実  
用設計上においてコンクリート版に対する載荷位置をどのような条件にとるかは、自動車の走行  
位置、コンクリート版の目地部の構造などとの関連の上で決められるべきことが指摘される。な  
お実際の道路に試験的に施工した数種類のコンクリート舗装において実施した載荷実験の結果に  
よれば、コンクリート版の縁部に載荷した場合においても、第二章で述べた路盤の3次元的弾性  
体としての効果を考慮したコンクリート版の曲げ応力の近似解析法は適用できることが示された。

## 第六章

コンクリート版の厚さ方向の温度分布への路盤構造の影響を研究するために舗装材料の熱的性  
質の実験ならびに温度分布の解析を行った。その結果によればコンクリート版の温度分布はセメ  
ント安定処理碎石のようなコンクリートに近い熱的性質の材料を用いても大きな影響を受けない  
ことがわかった。厚さ方向に温度勾配の生じたコンクリート版はそり変形によって温度応力（曲  
げ応力）を生じる。この場合にコンクリート版と路盤との境界面の接合状態の影響を考慮して温  
度応力の解析を行い、その結果、コンクリート版の温度応力はその目地間隔によって境界面の接  
合状態の影響を受けることがわかった。またコンクリート版の厚さ方向の平均温度が変化した場  
合に、コンクリート版の伸縮変形が路盤との境界面での接合によって拘束されるために生じる温  
度応力（単純引張または圧縮応力）は、通常目地間隔（6～10m）のコンクリート版におい  
ては実用設計上無視できる程度の値であることがわかった。

## 第七章

コンクリート版は気象作用あるいは路体条件によって内部の含水量の変動しやすい構造物であ  
り、そのコンクリート版の挙動への影響を研究した。その結果によればコンクリート版は冬期に  
おいては水分の吸収による膨脹を、夏期には水分の放出による収縮の周期的変形であり、これは  
コンクリート版の季節的な温度変化による変形挙動と相反した現象であることがわかった。次に  
コンクリートのクリープ現象によるコンクリート版の変形挙動を研究する目的で、コンクリート  
のクリープ実験を行い舗装用コンクリートのクリープ特性を研究し、特にクリープ変形による障  
害の生じやすいプレストレスト・コンクリート舗装版の目地部の改良を行った。

## 第八章

本論文に記述した研究結果を総括し要約して結論とした。

## 審 査 結 果 の 要 旨

近年交通の増加にともない、コンクリート舗装構造を強化する施策がとられるようになってきたが、これらの施策には基礎的な検討に欠け合理的でない場合がみられる。すなわち、近年コンクリート舗装構造の強化のために、路盤にセメント安定処理碎石のように三次元的に連係のある弾性材料を用いる場合が多くなったが、その実用設計ではこれを鉛直反力のみの作用する一次元弾性床と仮定した応力式が用いられている。本論文は以上のことに鑑み、コンクリート舗装版の三次元的力学解析とその実験力学的検証、並びにその実際的应用に関して行った著者の研究を中心に、コンクリート舗装版の力学的、物理的挙動について述べたもので、全編八章より成る。

第一章は序論であり現行の設計法、従来の研究などを概括し、本研究の目的について述べている。

第二章ではコンクリート舗装に載荷した場合の力学的挙動を、三種類の構造モデルを仮定して力学的解析を行っている。すなわち、第一には路盤、路床を一次元的鉛直反力のみの作用する構造モデルと仮定した従来の解析法を行い、これでは強化路盤の力学的機能を十分に表わせないことを示し、これに対して第二にはコンクリート舗装の各層をその境界面が接合された三次元弾性体として厳密な力学的解析を行っている。次に第三には第二の厳密解の実用的解析法として、コンクリート舗装版と路盤をその境界面で接合された平板（薄板）と仮定し、これを一次元的鉛直反力の弾性路床によって支持するものと仮定した解析法を示している。その結果、著者の提案する第三の実用的解析法によって路盤の力学的機能を略々正当に評価することが可能なことを示している。

第三章は第二章の結論を導くさいに、荷重を円形、等分布圧力と仮定しているが、実際の荷重はさらに複雑な形状でその圧力分布は一樣でないので、このような荷重によるコンクリート舗装版の力学的解析を行ったものである。その結果、荷重接地面の形状と圧力分布はこれを円形、等分布圧力と仮定しても実用設計上許容し得る程度の誤差に止ることを述べている。

第四章はコンクリート舗装の荷重分散機構の検証に関しての二次元および三次元光弾性実験について述べている。すなわちコンクリート舗装に関しての光弾性モデルに接地面形状の異なる荷重を載荷して光弾性実験を行い、第二章、第三章の結論を検証したものである。

第五章は反射モアレ実験法により、境界を有するコンクリート舗装版の平面的な応力分布について実験力学的解析を行ったものである。

第六章、第七章はそれぞれコンクリート舗装版が温度変化、含水量変化などの気象的影響を受

けた場合の挙動に関しての著者の研究結果を，実際設計に資料として供する立場から補足的に述べたものである。

第八章は結論である。

以上要するに本論文は著者が実際的応用を目的として，コンクリート舗装の荷重分散機構並びにコンクリート舗装の受ける物理的現象の影響について解明し，舗装設計に対する応用上新しい知見を得たもので，道路工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。